

DSM 자원평가 및 소비자 행태 분석

DSM Resources Evaluation and Customer Behavior Analysis

안남성 (전력연구원 전력경영경제연구센터장)

박민혁 (전력연구원 선임연구원)

류재국 (시스템믹스 연구원)

I. 서론

1. 연구배경

산업적인 측면에서 산업자원부의 “제 1차 전력수급기본계획”에는 연평균 전력판매량이 3.3%의 증가가 있을 것으로 예측하고 이러한 수요 충족을 위한 설비투자가 원만하게 진행되리라 기대하고 있다. 그러나 발전소 건설에 필요한 전원입지 확보와 투자재원의 조달문제, 환경규제의 강화 등으로 공급 설비의 적기 확보가 곤란할 것으로 예측 되고 있으며, 전력산업구조개편으로 전력시장이 경쟁시장이 됨으로써 발전회사들의 전원 공급 의무가 소멸되어 향후 신규 전원은 시장 가격에 의한 민간투자가의 신규 투자에 의해서 공급될 예정이므로 시장가격의 불확실성으로 인한 공급 불안정성, 특히 하절기의 냉방 수요 급증에 의한 첨단부하 공급 부족 위험이 상당히 높다. 이에 전력 공급측면에서 정부가 유일하게 정책적으로 적극 개입하여 공급의 안정성을 추구할 수 있는 수단으로 에너지 효율 향상(Energy Conservation), 부하관리(Load Management)으로 대별되는 수요관리를 통해 전원 설비 투자 규모 축소가 가능하고 전력 공급 비용을 절감할 수 있으므로 향후 에도 수요관리 사업에 대한 투자가 증가할 것으로 예견되고 있다.

환경적 측면에서 우리나라는 전력 공급 부분에서 석탄, 중유, LNG 등이 차지하는 비율이 약 43%로 매우 높아 전력수급 시 온실 가스의 영향을 최소화 시키는 방안을 모색해야 한다. 우리나라는 OECD 회원국으로서 온실 가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국을 중심으로 교토 의정서를 이행해야 하므로 배출량 감축에 대해 자유롭지 않은 처지에 놓여 있다. 교토 의정서를 비롯한 온실 가스 감축 규제와 같은 전 세계적 환경오염 방지 의무는 전력원 공급 설비 증설에 제한을 받게 될 것임

로 전력산업의 공급력 확보와 더불어 수요측 자원에 대한 효율적 투자 증대가 중요한 수단이 될 전망이다.

정책적 측면에서 2015년 까지 총 2조 4,412억원의 투자비(부하관리 부분 : 68.3%, 효율향상 부분 : 25.5%, 신규 R&D 부분 : 6.2%)가 소요될 것으로 막대한 공적 재원 사용의 투명성, 경제적 효율성을 확보하기 위해 전력 사용 유형에 따른 잠재적인 효과를 평가하고 이에 근거한 정책적 지원과 투자가 요구 된다. 수요관리 프로그램에 대한 고객 참여는 개인들의 생활수준이나 전력 가격 등에 의해 참여 수준을 각기 달리 결정하게 될 것이므로 수요관리의 최대 효과를 얻기 위해서는 개인의 소득 수준이나 경제 상황에 따라 적절한 프로그램 시행과 지원이 요망되고 있다. 한편 현재 국내의 전력 시스템은 전력시장 개방이라는 환경 하에서 CPAM 모델 접근을 통한 DSM 프로그램이 분석이 이루어질 필요가 있으나 이러한 통합 모델을 구축하기 위한 기본 인프라 구성이 미비한 상태이다.

2. 연구방법 및 내용

성장의 불확실성과 발전비용의 증가 경쟁의 도입 등으로 전력사는 경영환경에 변화를 겪고 있다. 과거에는 건설관리와 연료조달의 효율적 운영을 통한 경영에 주력을 하였으며 소비자는 큰 고려의 대상이 아니었지만 오늘날 성공적 경영을 위해 추가되는 고려 요소가 바로 소비자 이다. 일반적으로 전력사들은 소비자의 중요성에 대하여 끊임없이 인식을 하고 있었으나 이는 공급자의 관점에서 바라본 것이며 소비자 요구를 어떻게 최적으로 만족시킬 것인가에 대하여 DSM 프로그램의 측면에서는 소비자 행태분석 등에 관하여 구체적인 검토가 없었다. 본 연구는 DSM의 계획에 있어서 소비자가 원하는 것이 무엇이고 그들이 지불하고 싶어 하는 것들이 무엇인가에 대하여 기초 단계적 접근의 하나로 DSM 자원평가와 소비자 설문을 통한 모델을 이용한 행태분석에 관하여 검토 하고자 하였다.

소비자 행태분석은 2002년 에너지 고효율 프로그램에 의하여 운영중인 인버터, 전동기, 조명을 대상으로 하여 프로그램 참여자에 대한 설문을 실시하고 그 결과를 정리 하였다. 실제로 고효율조명 프로그램은 그 시행 기간이 상당했었으나 소비자들의 행태에 대하여는 그간 연구되어진 바가 없었으며 인버터와 전동기의 경우 시행기간이 짧은 관계로 유의성 있는 자료를 확보하기가 어려웠다. 프로그램 자원의

분석의 내용은 기기별 잠재량 평가와 확산을 전망하는 것이었는데 국내에서 최초로 수요관리 분야의 동태적 시장 상황을 시뮬레이션 하기 위하여 스텝다이나믹스를 사용하였다.

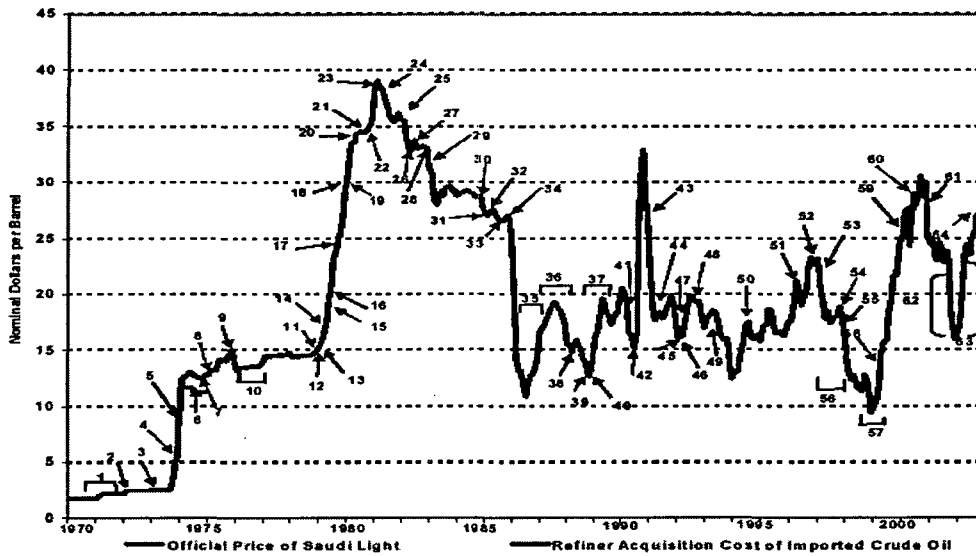
II. 수요관리(Demand Side Management)의 필요성

1. 국가 에너지정책과 수요관리(DSM)

전 세계적으로 에너지 안보는 그 중요성이 크게 대두되고 있다. 2000년 중반의 원유가격은 1998년과 비교하여 3배까지 급등하여 OPEC의 시장지배력을 확인 시키고 있다. 에너지 안보에 대한 우려는 석유에만 그치지 않아서 미국의 천연가스 가격은 2001년 전년 대비 거의 두배가 증가하였다. 전력부문도 예외가 아니어서

미국 캘리포니아 주에서는 전력공급 위기가 발생하여 에너지 수급 안정이 미치는 영향에 대한 중요성을 일깨워 주고 있다. 최근 중동에서의 사태는 각국으로 하여금 석유뿐만 아니라 가스, 전력 등 전반적인 에너지공급 안보에 대하여 위기의식을 안겨 주고 있다. 에너지위기로인을 크게 대외적 요인과 대내적 요인으로 나누어 살펴 보면

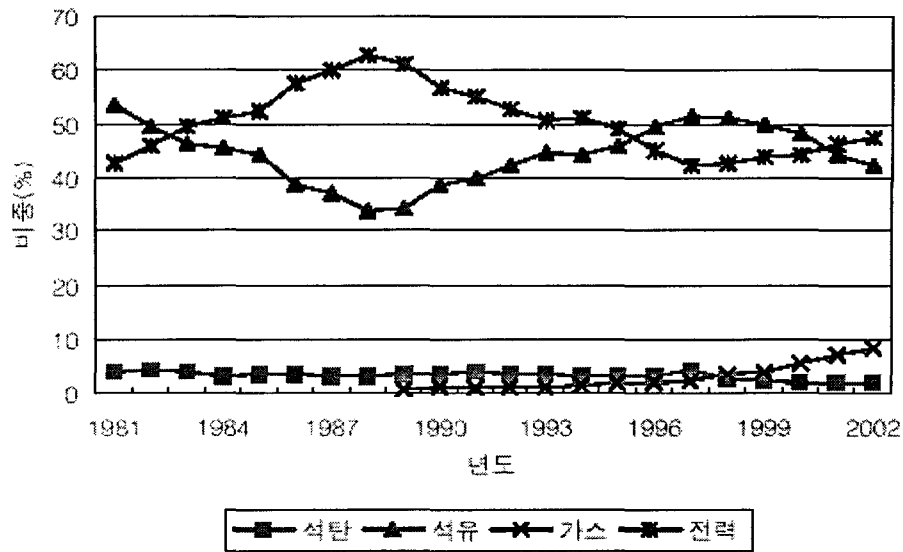
대외적 요인으로는 첫째 OPEC의 시장지배력을 들 수 있다. 세계석유 매장량의 78% 점유하고 있는 OPEC의 정책 방향에 따라서 석유가는 민감한 반응을 보이고 있다. 둘째 아시아지역의 경제 발전에 따른 수요증가를 들 수 있다. 중국, 동남아 등 개발도상국의 진출과 함께 천연가스의 경우 아시아지역에서 1차 에너지의 11% 점유함으로써 이들의 경제 상황이 에너지의 수급에 영향을 미치고 있다. 셋째 국제적 환경규제의 강화가 에너지원의 선택 및 개발에 중요한 변수가 되어지고 있다. 1992년 기후변화 협약 이후 1997 교토의정서 및 2001년 마라케쉬 합의의 과정을 보면 향후 환경영향의 요소가 에너지 수급상 중요한 고려사항임을 누구도 부인할 수 없는 현실이 되어 가고 있다. 마지막으로 전쟁, 테러, 사고의 영향이다. 지난 20년간 석유파동을 살펴보면 가격의 급등은 대체로 우발적 요인에 의하여 발생 되었으며 대부분 중동의 정치적 군사적 분쟁과 연관되어 있음을 알 수 있다.



<그림 1> 세계석유가격 연대기¹⁾

대내적인 에너지 위기 요인을 살펴보면 먼저 가스부문의 구조적 경직성을 들 수 있다. 즉, 겨울철 난방을 위한 수요는 많으나 여름철 열 부하의 저조로 인한 수요의 하락은 저장과 수송에서 낭비요소로 작용하고 있다. 특히 위험 관리상 장기계약은 연중 일정물량을 수입토록 되어 있으므로 공급부족과 공급과잉의 상반된 양상을 보이고 있다. 2003년의 경우 재고부족과 이상저온으로 3월이 되어도 도시가스이용량 증가에 따른 공급예비율의 불안정을 겪은 바 있다. 둘째 석유와 달리 전력이나 가스는 가격이 수급역할을 조절하지 못하고 있다. 주지하다시피 유가의 변동이 있을 경우 석유의 시장가격은 바로 소비자에게 전달이 되지만 가스나 전력의 경우 소매가격이 고정 되어 있는 관계로 소비자에게 가격의 위급 상황이 제대로 전달되지 못하고 있다. 따라서 물량이 부족한 위험이 발생할 경우 석유는 즉시 가격 위험으로 전이할 수 있지만 전력은 대내적 요인에 의해 물량 위험이 발생되어도 가격이 수요기능을 조절하지 못하므로 이를 적절히 조절할 수 있는 구조적 시스템이 필요하며 그 대응방안이 전력산업의 수요관리(DSM) 사업이다.

1) 21세기에너지 안보의 재조명 및 강화방안, 에너지경제연구원, 2003



<그림 2>제조업 연료용 에너지원별 비중 추이

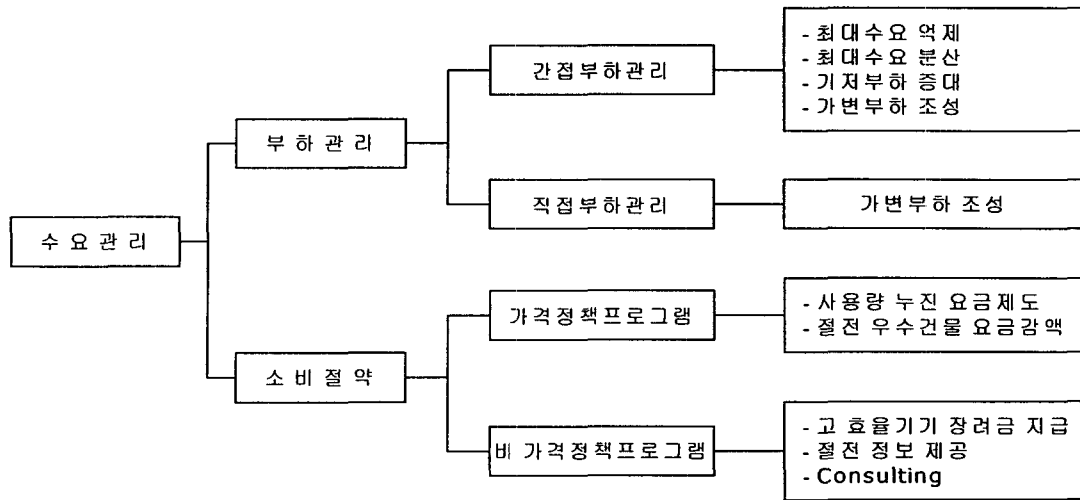
2. 국내 수요관리 현황

현재 우리나라에서 추진되고 있는 수요관리 프로그램은 거의 대부분 최대수요 억제 및 이전을 위한 부하관리 프로그램에 편중되어 있다. 이러한 부하관리 프로그램은 대부분 요금의 혜택에 기초하여 부하를 억제하거나 이전시키는 간접부하 프로그램에 해당하는 것들이며, 기타 에너지 효율향상에 근거하는 소비절약 프로그램은 고효율 조명기기 환급제도, 빙축열시스템 설치비 지원제도, 고효율 자판기 환급제도 및 고효율 인버터 환급제도 등이 있다. 그 특징을 살펴보면

(1) 구조개편 이후 정부는 발전소의 건설 불확실성 및 시장체제에 의한 전기요금의 변동성이 확대될 것을 예상하고 전력수급 안정을 위해 수요관리에 대한 비중을 크게 증가시켰다.

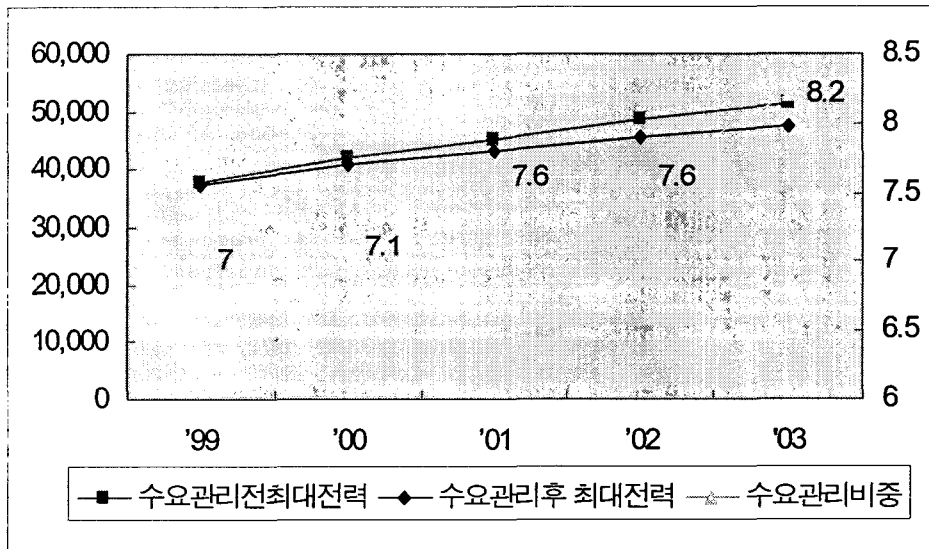
(2) 2015년까지 약 2조 4천억원을 투입하여 최대수요를 704만kw 감축할 것으로 계획하고 있다.

(3) 그러나 정부의 수요관리 계획은 단지 증가되는 전력수요에만 중점을 두어 부하를 조정하려는 단기적인 계획으로 전력시장에서 수요관리 계획이 가격과 공급에 어떠한 영향을 미칠 것인지를 고려하지 않고 있다.



<그림 3> 국내 수요관리 프로그램

(4) '90년대 이후 수년간 지속된 수급불안 시기에 부하관리요금제도 등을 통한 피크부하의 삭감으로 전력수급 안정화에 기여하였으며, 고효율기기 등 DSM 기기/기술의 보급 확산을 주도하였다.



<그림 4> 연도별 DSM 추진 실적

(5) 그러나 전력산업 구조개편 이후 DSM에 투자되는 자원 및 효과에 대한 불확실성, 전력산업의 공적 기능 감소 등으로 발전사들이 자발적인 DSM 투자를 회피하려는 추세이다. 우리나라의 수요관리 투자비용은 '98년에 총 356억원에서 '99년에는 535억원, 2000년에는 807억원으로 매년 50%씩 대폭 증가하였으며, 2001년도에도 약 50% 증가한 1,200억원 규모이다. 아울러 회피효과는 2001년에 4.8배로 나타나고 있

으나 이는 사업성과를 정확하게 검증할 수 있는 체계적이고 계량화된 시스템이 완벽하게 갖추어 졌다고 보기에는 아직 부족한 점이 없지 않다.

(6) '93~'02년까지 전력수요는 114%가 증가한 반면, 수요관리량은 555%가 증가하였고 직접부하제어, 인버터 도입 등 수요관리 강화로 수요관리비중 지속 증가 하였으나 효율향상부문 보다 수급안정에 효과가 큰 부하관리부문의 비중이 크다.

3. 문제점

(1) 발전분야 경쟁체제 도입 등 전력산업구조개편이 진행 중에 있으나 구조개편의 조기정착 및 시장실패 방지를 위한 인프라 구축이 필요하고

(2) 구조개편에 따라 시장가격에 의한 전력공급의 불확실성으로 전원의 안정적 공급문제가 이슈화 되었다.

(3) 정부 중장기전력수급계획의 구속력이 약화되고 발전회사의 전력공급원 확보에 대한 책임을 강요할 법적인 수단이 상실되어 향후 전력공급에 대한 불확실성 증가 하였으며

(4) 환경문제 및 발전소 건설을 위한 입지 선정의 어려움 등으로 수요관리의 중요성이 크게 부각되고 있으나 전력회사는 수입 감소 등 재정적인 기회(Financial Opportunity) 상실을 고려하지 않을 수 없는 상황이다.

III. DSM 자원평가

1. 소비자 설문

(1) 설문개요

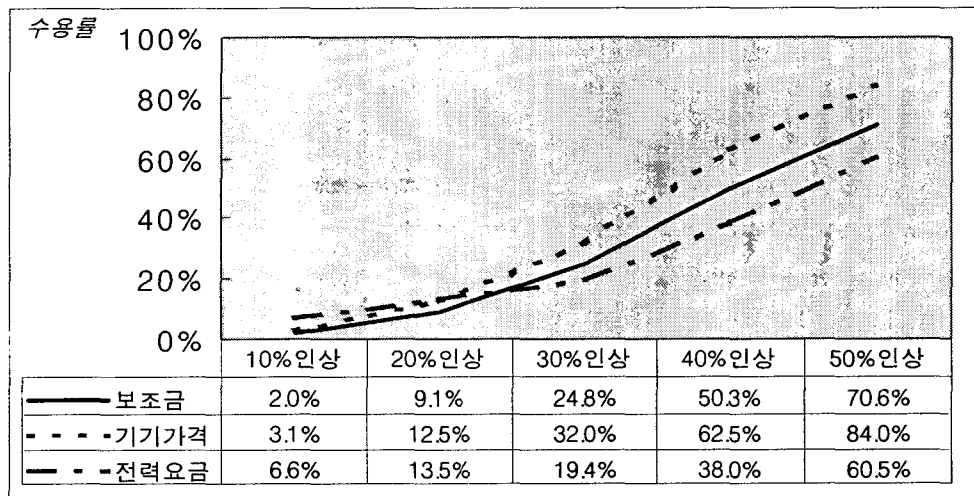
본 연구에서 수용가의 수요관리 프로그램에 대한 반응과 관련된 변수로 채택한 사항은 보조금 수준, 기기가격 수준, 전기요금 수준이었다. 이 변수에 대해 10%~50%까지 단계별로 변화시키면서 (각 단계별 10%씩 +/-) 이러한 조건 하에서 수용가들이 얼마나 수요관리 프로그램에 대해 적극적으로 수용할 것인가에 대한 사항을 조사하여 탄력도를 분석하고 그 결과를 검토해 보았다. 실시된 조사에 응답한 응답자는 총 205 Case로서 응답자의 일반 상황을 정리해 보면 아래 표와 같다.

<표 1> 고효율 기기별 회수율

구 분	수량			비고
	list 수	최종 회수	회수율	
1. 고효율 인버터	86	45	52%	2002.1~2002.12
2. 고효율 전동기	117	60	51%	2003.1~2003.10
3. 고효율 조명기기	1,000	100	10%	2002.1~2002.12

(2) 설문결과

조사대상인 고효율기기의 만족도를 종합적으로 비교하여 살펴보면 50점에서 60 점대 수준으로 조사되어 전반적으로 낮은 수준으로 조사되었다. 그중 보조금에 대해서는 다른 요인에 비해 상대적으로 불만을 덜 느끼는 것으로 나타났고 고효율 인버터의 경우, 다른 기기에 비해 보조금 수준에 대한 만족도가 약간 높은 경향을 나타내었다. 고효율 인버터와 고효율조명기기의 경우 기기가격에 대한 만족도가 상당히 낮은 수준으로 조사되었다. 또한 향후 보급 확산과 관련된 주요변수인 탄력도 계수를 살펴보면 전반적으로 전기요금 인상 시 수용가가 반응하는 탄력도계수가 다른 요인보다 상대적으로 큰 것으로 나타났다.



<그림 5> 고효율전동기 종합 탄력도 비교

2. 자원평가

(1) 개요

효율향상기기의 절약량과 비용의 함수이며 연간 절약량은 일반적으로 실제 부하

측정 자료나 부하예측결과를 바탕으로 하는 수요곡선에 의해 측정하였다. 수요곡선에 있어 비용과 절감량은 각 기기의 절감량을 균형수명비용으로 분석한 후 비용이 적은 것이 첫 번째로 배열되도록 하였다. Curve는 각 기기를 신설 하거나 추가시 낮은 비용에서 높은 비용 순으로 배열되므로 최소비용자원 개발에도 사용될 수 있다.

<표 2> DSM 자원평가 대상 기기

구 분	대 상	수 명	효 율
고효율 인버터	SV055IH-2(50HZ용) 등 37 종	15년	55 HZ : 20% 50 HZ : 37%
고효율 전동기	4극 55kW급 등 59 종	10년	제조사 사양
고효율 조명	32W 전자식 2등용 등 4종	10년	기기 사양

작성 방법은 비용곡선에서 균등화 비용을 비용/kWh 또는 비용/kW로 나타내는데 이는 초기 효율향상기기에 투자하는 비용에 자본회수율 (CRR : Capital Recovery Rate)을 곱하여 나타내는 방법 있고 다른 하나의 방법으로는 PMT함수를 사용하여 구하는 방법이 있는데 연구에서는 PMT 함수를 사용 하였다.

$$CRR = \frac{d}{1 - (1 + d)^{-n}} \text{-----①}$$

여기서,

d : 할인율, n= 투자가 이루어지는 기간

○ 균등화비용 per kWh saved = $\frac{\text{초기비용} * CRR}{\text{연간에너지절약량}}$

○ 균등화비용 per kW saved = $\frac{\text{초기비용} * CRR}{\text{피크수요절약량}}$

PMT : 수명기간동안 매년 지불해야 하는 비용 -----②

$$\begin{aligned} &= FV \times i / [(1 + i)^{n+1} - (1 + i)] \\ &= [P \times (1 + i)^n \times i] / [(1 + i)^n(1 + i) - (1 + i)] \\ &= [P \times (1 + i)^n \times i] / \{(1 + i)[(1 + i)^n - 1]\} \end{aligned}$$

균등화 비용 per kWh saved = $\frac{PMT}{\text{전력절약량}}$

여기서, P (현재가치) = $FV / (1 + i)^n$, FV : 미래가치, n : 수명기간

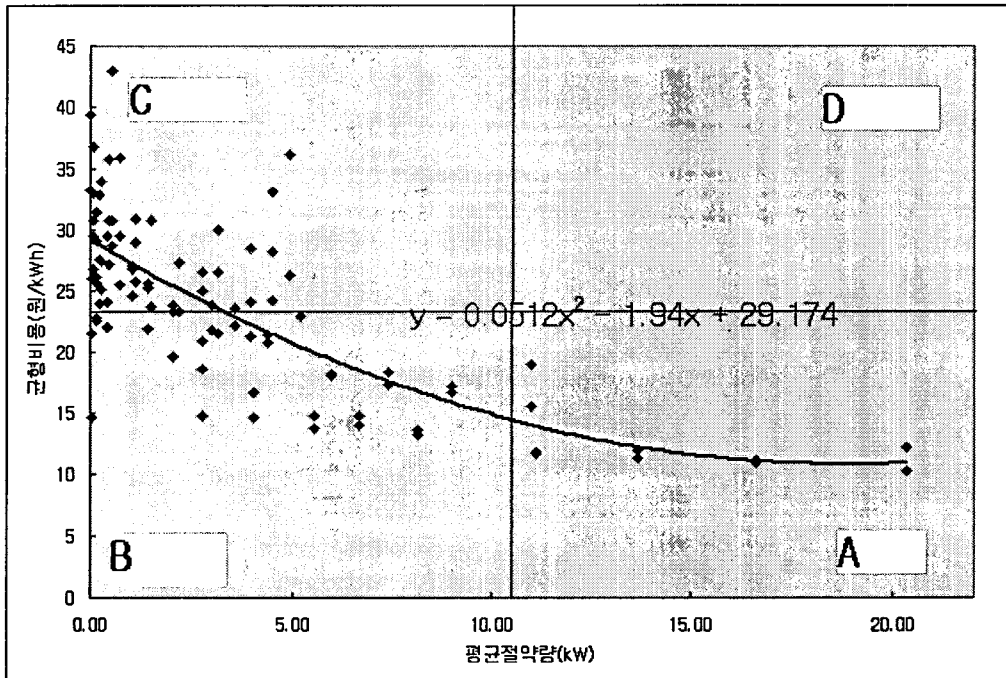
(2) 자원평가 결과

고효율 인버터 전동기 조명의 분석을 토대로 비용과 절감량의 관계를 정리하면 그림과 같다.

모두 100여종의 효율자원을 네 개의 그룹으로 나누어 보면 A 그룹에 속하는 효율 기기들은 절감량이 클 뿐 아니라 비용도 저렴하여 매우 경제적인 부류에 속하는 것으로 이해할 수 있다. 따라서 소비자로 하여금 활용이 확대될 수 있도록 홍보와 인센티브를 병행하여 추진하고

B그룹에 속하는 효율기기들은 평균 절약량과 비용에 있어서 회피비용 측면에서 경제성이 있으므로 적극적인 인센티브제도를 추진하여 소비자의 참여를 유도함이 바람직하다 할 것이며

C그룹의 기기들은 대체로 고비용 저절감량의 특성을 갖고 있으므로 홍보와 함께 기술적 보완도 함께 따라야 한다고 본다. C그룹의 기기들에게 보조금은 회피비용 이상의 비용이 들어가서 비경제적일 수도 있음을 생각할 수 있다.



<그림 6> 고효율 기기별 비용/절감량 비교

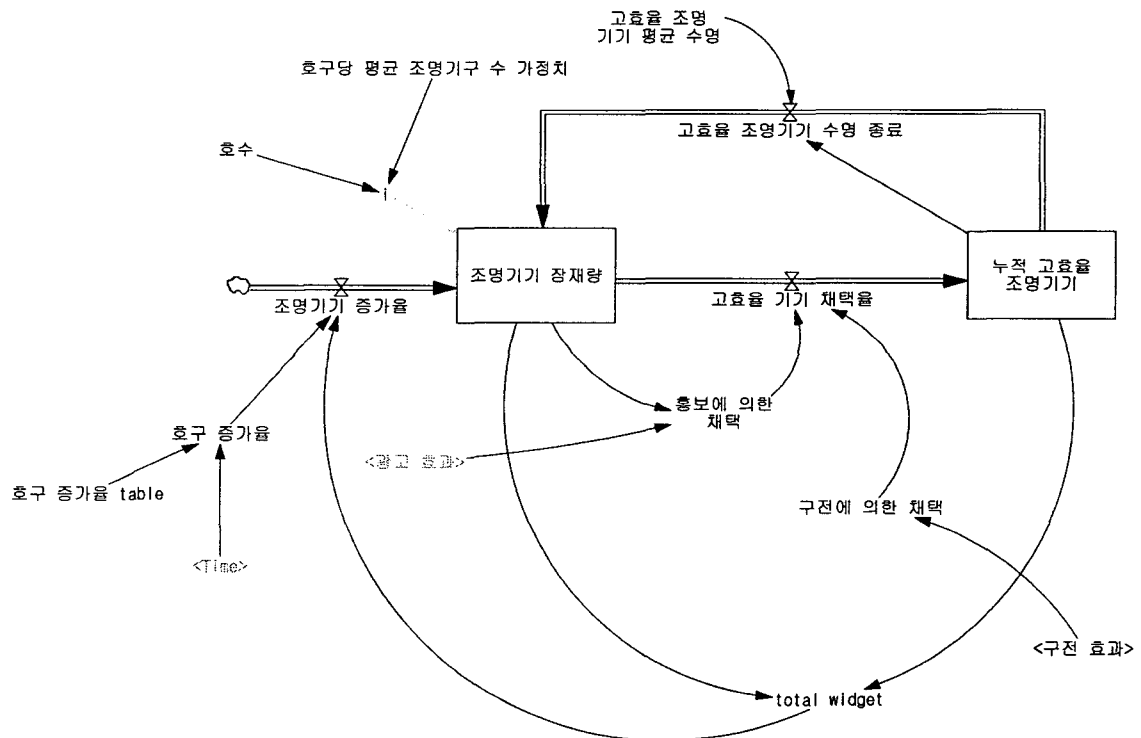
살펴본 바와 같이 같은 에너지 효율 기기라 하여도 소비자의 취향과 비용 절감량에 따라 자원 평가 결과는 다르게 나타남을 알 수 있다. 따라서 DSM의 효율적

운영 측면에서 어떠한 기기들이 보조금 지급에 영향을 받고 홍보의 중점 대상인지를 정밀하게 검토하여 추진할 필요성이 있음을 알 수 있다.

IV. 확산 모델 개발(고효율 조명)

1. 모델의 구조

고효율 조명기기에 대한 확산 모델(diffusion model)은 Bass model 에 근거하여 작성되었다. 기본적인 Bass 모델이 포화상태에 있어서는 최대값의 변화가 없는 것을 가정하였지만 본 모델에서는 수용가수의 변화, 고효율 조명기기의 수명으로 인하여 최대값의 변화가 있는 것으로 가정하였다.



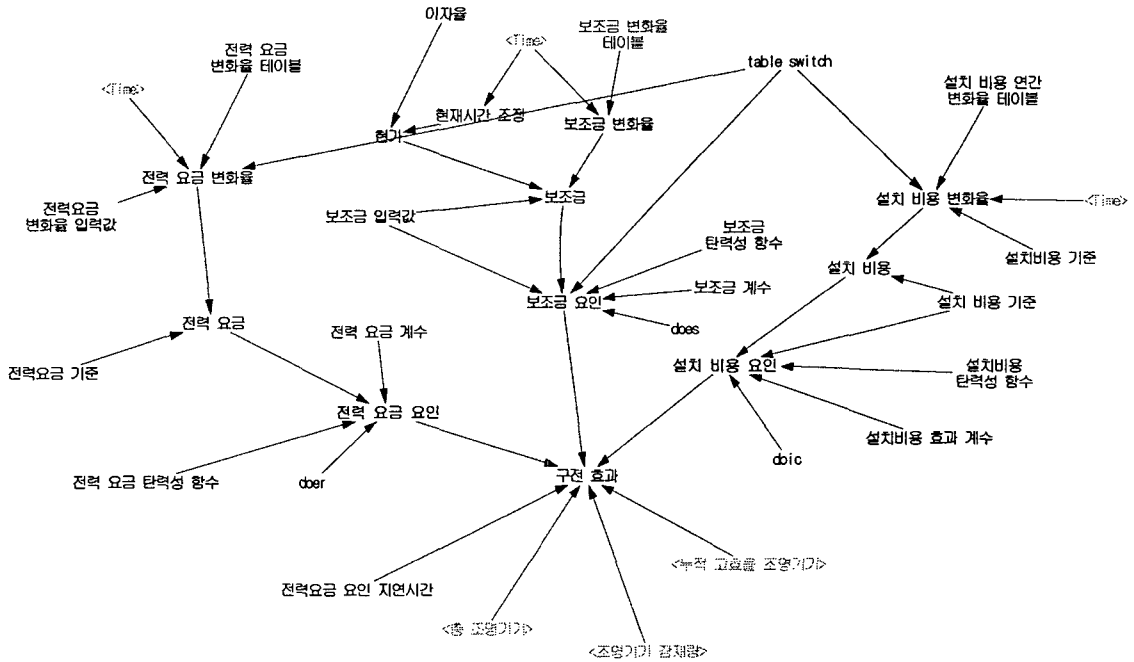
<그림 7> 고효율 조명기기의 확산모델

다만 채택률의 변화는 기본적인 Bass 모델에서와 같이 혁신계수와 모방계수를 추정하여 사용하였다. 전통적인 Bass 모델에서는 혁신 계수나 모방계수를 주어진 회귀식을 이용하여 실패데이터와의 비교를 통해 추정하지만 본 모델에서는 혁신 계수(광고 효과)와 모방 계수(구전 효과)를 계산하는데 다양한 요인들을 고려하였다.

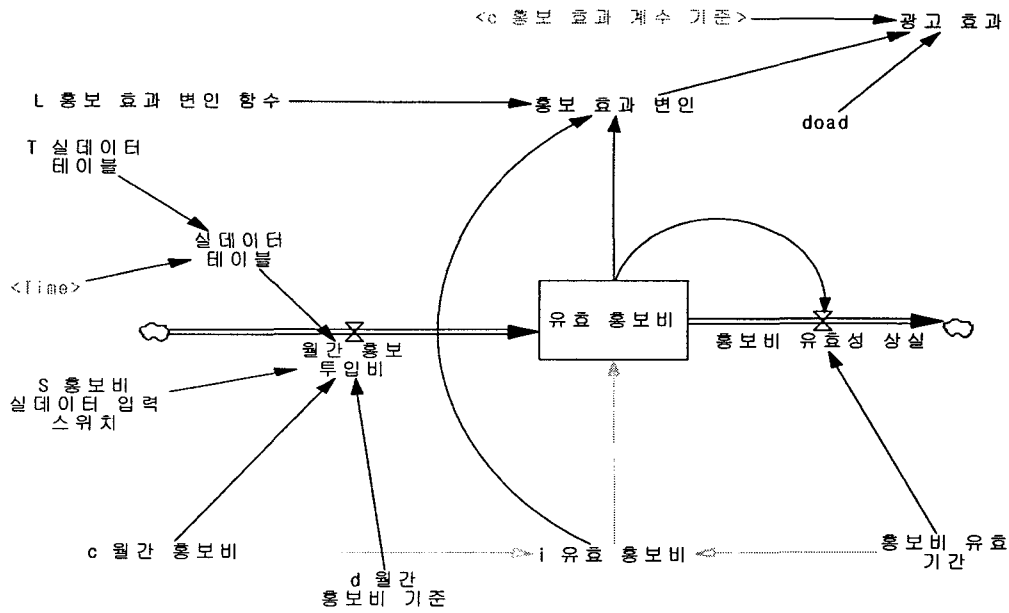
혁신 계수는 보통 광고나 홍보를 통해서 이를 인지하고 인지한 그룹이 혁신적으

로 채택한다고 볼 수 있으므로 홍보 및 광고비에 의해서 이를 추정하도록 모델링 하였다.

전통적인 Bass모형과 다른점이 있다면 고효율 조명기기의 수명을 고려하여 수명을 다한 조명기기가 다시 일반조명기기의 레벨로 전환되었다가 채택되는 형태를 갖는다는 점과, 수용가수가 점점 증가한다는 점을 고려했다는 것이다.



<그림 8> 구전효과 모델링



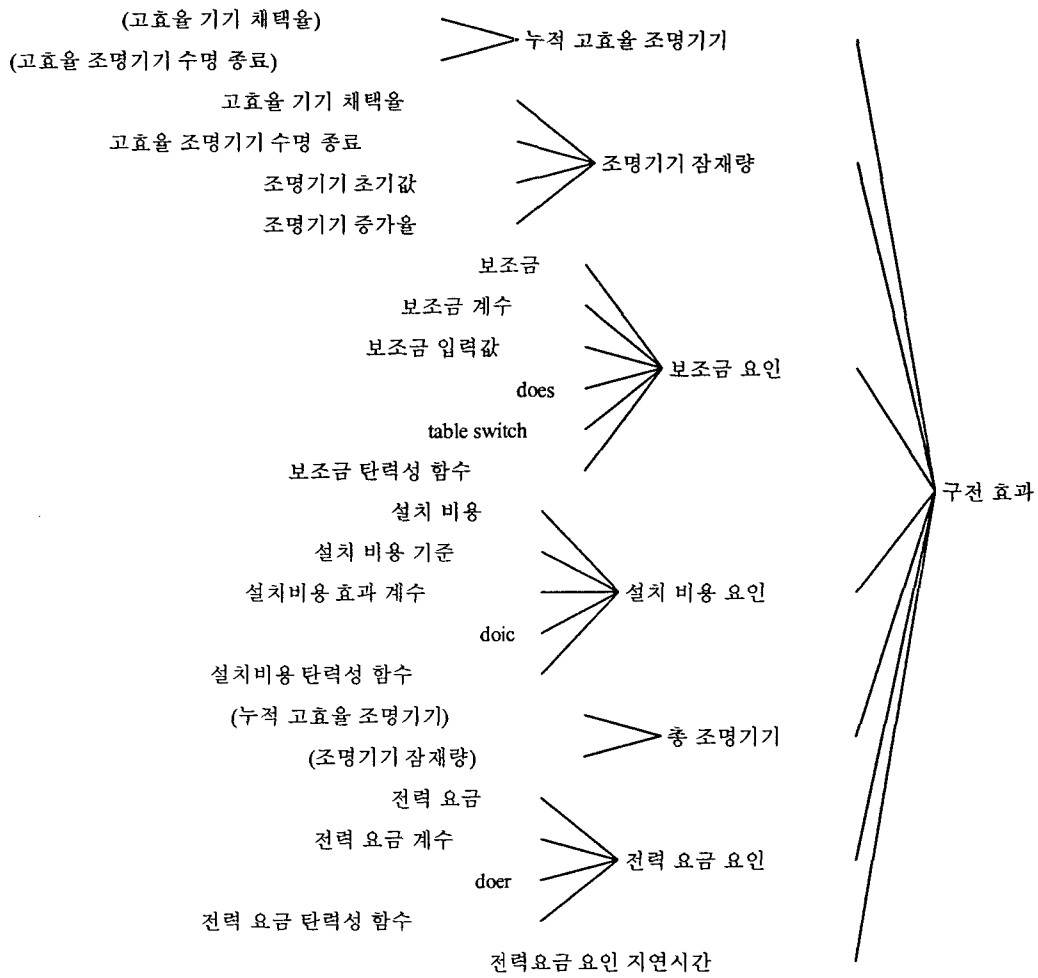
<그림 9> 홍보 효과의 모델링

전체적으로 수용가수는 증가하고 있으나 그 증감률은 일정한 패턴을 가지고 있지 않다. (수용가수의 증감과 관련된 요인을 찾아 이를 모델링하면 비교적 객관적인 패턴을 찾을 수 있으나 이는 본 연구의 범위를 넘는 것이므로 생략하기로 한다)

본 모델에서는 조명기기의 증가는 수용가구수의 증감률과 같다고 가정하였다. 예를 들면 1997년의 호구 증가율이 2.9184%라면 조명기기도 2.9184 만큼 증가하였다고 가정하였다.

2. 설문 결과 적용

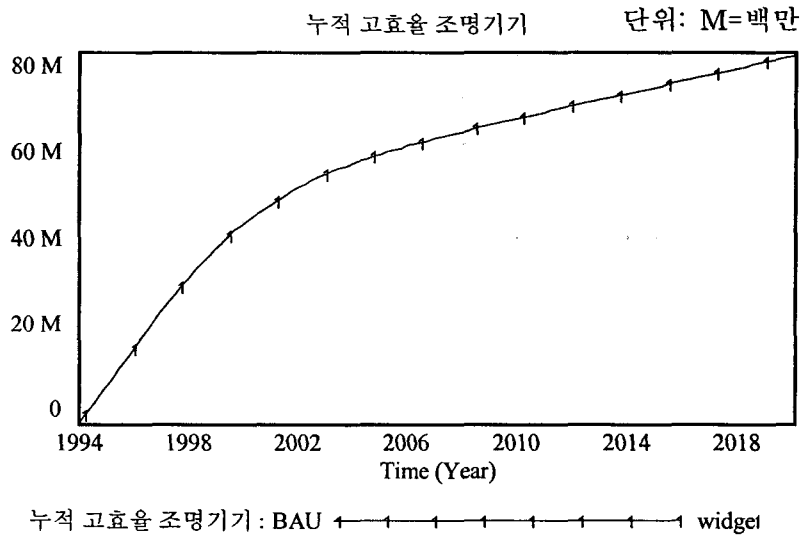
고효율 조명기기의 확산 모형에 입력되는 자료로써 설문 조사를 통하여 조사된 여러 요인들의 탄력성에 대한 그래프는 시스템 다이내믹스에서는 look-up function으로 묘사할 수 있는데 이들을 각각 확산에 영향을 미치는 중요 요인인 전력요금 요인(electricity rate factor), 설치비용 요인(equipment install cost factor), 보조금 요인(subsidy factor)을 모델에 반영하여 이것들의 변화에 의한 수용의 변화를 살펴볼 수 있도록 하였다.



<그림 10> 구전효과에 영향을 미치는 요인

3. 모델의 결과

(1) 시뮬레이션 결과는 1998년 이후 2004년까지 완만한 하향 추세를 보이다가 2005년 이후 다시 증가 추세를 보이는 모습을 보여 주고 있다.



<그림 11> 누적 고효율 조명기기 보급대수

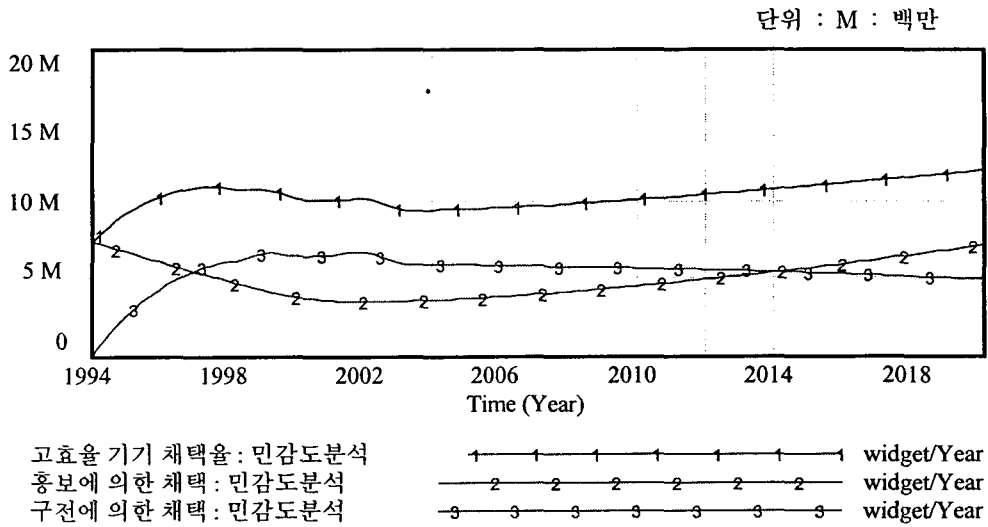
결과에 따르면 누적 고효율 조명기기 보급대수는 2020년 이후 포화점에 이르러 완만한 변곡점을 보일 것으로 전망 된다.

(2) 고효율 조명기기의 누적 사용량은 계속 증가하는 것으로 나타났으나 기기의 채택은 1997년경에 이미 변곡점을 지난 것으로 나타나 새로운 수요자의 발생으로 지속적인 채택이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 사회 경제적 관점에서 본다면 IMF 이후 소비자의 경제적 위축으로 인하여 보조금이 있음에도 불구하고 소비자는 당면한 현금 흐름에 우선 반응하여 고가의 고효율 기기 채택을 꺼려 한 것이 부분적으로 채택의 감소요인으로 작용하였을 것으로 본다.

(3) 고효율 조명기기를 채택하게 되는 경로를 살펴보면 아래의 그림과 같은데 홍보에 의한 채택보다는 구전에 의한 채택이 높게 나타나지만 시간이 지날수록 홍보에 의한 채택의 비중이 다시 높아지고 있다.

(4) 모델에서는 홍보에 대한 모델링과 가중치 영향 함수에 대한 설정이 정확히 묘사되어 있지 않은 상태이므로 이에 대한 연구가 추가로 진행된다면 고효율 기기 채택에 영향을 미칠 수 있는 전략을 구할 수 있을 것으로 사료된다.

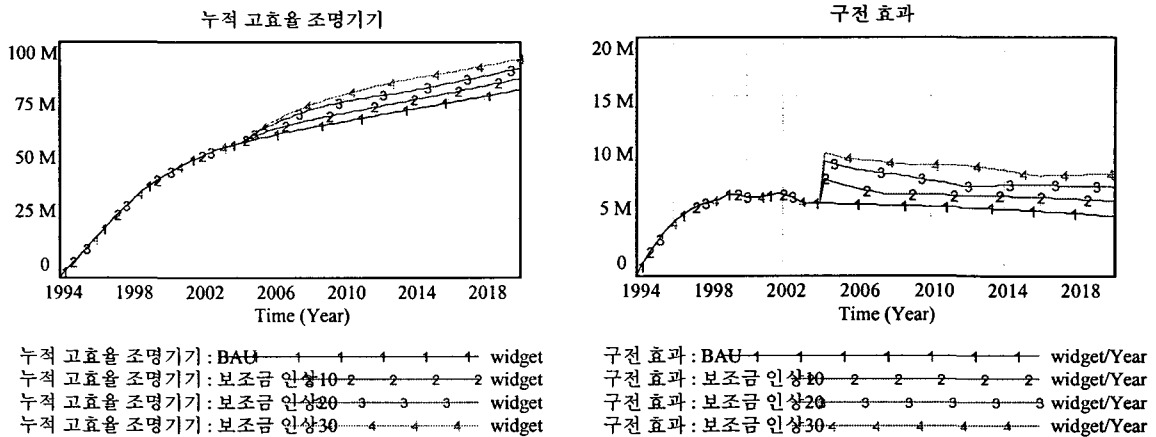
(5) 다음은 변곡점을 지나서 2002년부터 보조금 수준을 인상하였을 때의 민감도 분석이다.



<그림 12> 고효율 조명기기 채택의 경로

(6) 보조금의 인상에 대해서 수용가들의 반응이 빠르게 나타남을 보여준다. 그러나 이러한 경우에도 한계 체감의 법칙이 존재함을 보여주는데 시뮬레이션 상에서는 현재금액의 20% 수준으로 인상하였을 때 그 투자대비 효과가 크게 나타남을 알 수 있다.

1가구당 7대를 기준으로 한 지금까지의 가정에서 불확실성을 고려하여 가구당 4대에서 10대 사이의 조명기기를 가졌을 때의 분포를 살펴보았을 때 짧게는 변곡점이 1997년경에 발생하고 길게는 2001년경에 발생함을 알 수 있었다. 장 좋은 상태로는 2004년에 포화점에 이를 수 있음을 보여주고 있다. 이는 향후 고효율 조명기기의 재 채택과 밀접한 관련이 있는 것으로 수명을 다한 소비자들이 재 채택을 함에 있어 이전 프로그램에 대한 만족도가 중요한 고려 요소로 작용할 것으로 보인다. 따라서 DSM 프로그램의 운영에 있어 소비자 지향적 정책을 병행 시도해야 할 필요성이 대두 된다.

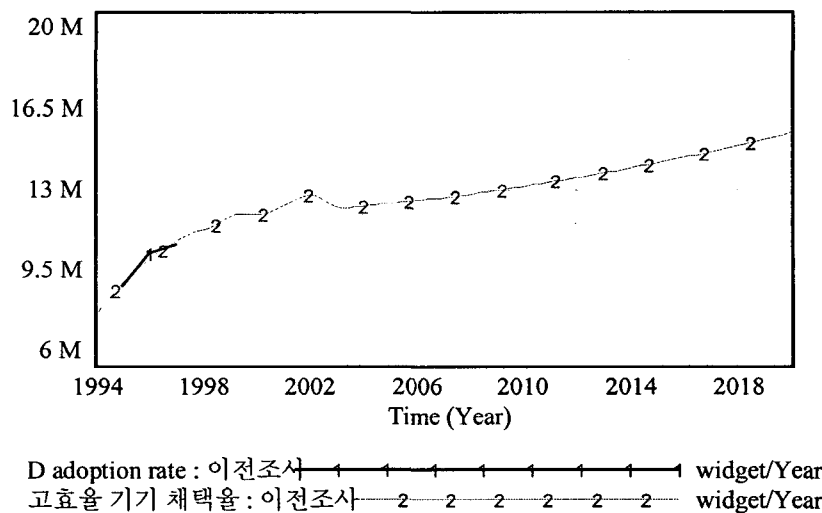


<그림 13> 보조금의 영향

(7) 2000년 에너지관리공단의 연구 자료를 이용 고효율 조명기기의 추정치를 122,047,000대로 하여 모델을 운용한다고 할 때

- 최적 계수는
- 설치비용 효과 계수 = 0.402444
- 전력 요금 계수 = 0.522082
- 보조금 계수 = 0.962423
- c 홍보 효과 계수 기준 = 0.0651523 로 나타난다.

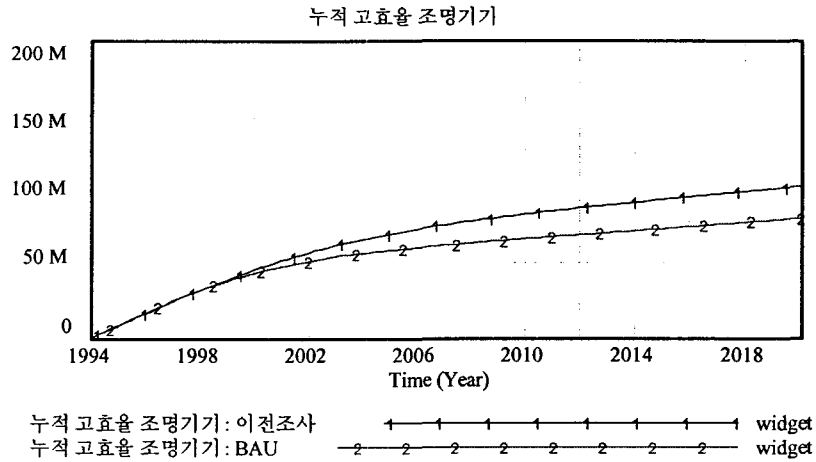
이들 초기값의 변화로 새로운 최적화 점을 탐색하면



<그림 14> 선행 연구결과와 시뮬레이션과의 채택을 비교

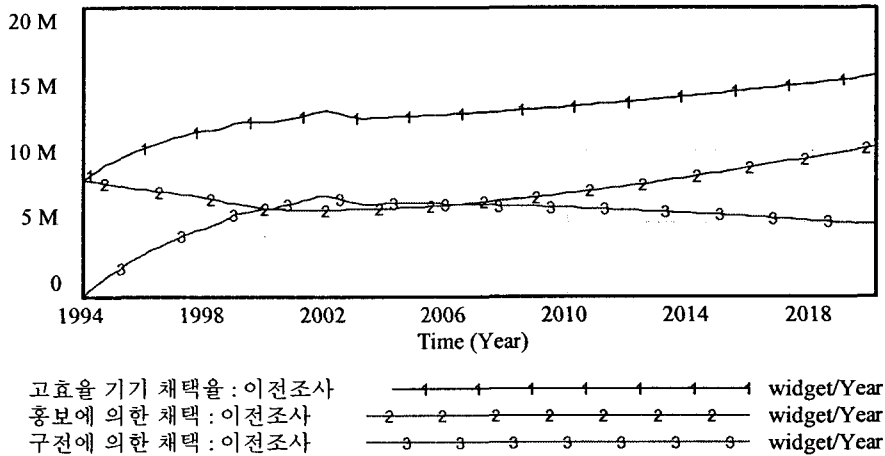
채택율은 2002년 까지 증가하다가 잠시 조정을 거친 후 다시 서서히 증가하는

경향을 보이고 있다. 따라서 최대점 포화점도 <그림 15>와 같이 바뀌는 모습을 보여준다.



<그림 15> 자료의 비교(초기값 조정 전,후)

전체적인 채택의 효과는 크게 달라진 것이 없으나 여전히 홍보 효과에 의한 채택의 비중이 높게 나타남을 보여주고 있다.



<그림 16>채택의 효과

(8) 홍보비 지출 수준에 의한 민감도 분석을 보면 홍보의 효과가 크게는 나타나지만 상대적으로 이에 대한 민감도는 작게 나타남을 알 수 있었다. 즉, 기준값의 0.8배에서 1.2배 사이의 난수를 발생시켰을 때 채택률 및 누적률의 변화를 살펴보면 그 폭이 크지 않음을 보여주는데 이는 홍보비의 과다 계상을 할 필요가 없음을 보여준다. 홍보비를 줄여도 채택률 감소의 폭은 크지 않음을 의미한다.

(9) 이상의 결과를 종합하면

- 고효율 조명기기에 대한 확산은 정착기에 접어들었다. 재채택율을 증가시키기 위하여는 소비자의 행태를 반영한 시장 지향적 운영 정책이 시도되어야 할 시점이다.
- 제한된 자원을 통하여 고효율 조명기기 전략을 펴기 위해서는 홍보보다는 보조금을 통한 유인책을 마련해야 할 것이며 보조금의 인상은 현재에서 20% 정도 상향이 경제적인 것으로 나타났다.
- 조명기기 가격 및 보조금 등은 할인을 등을 충분히 반영하여야만 한다.

(10) 고효율 조명기기 확산 모형의 한계는

- 선행 데이터의 부족으로 Bass곡선 추정에 어려움이 있었으며
- 호황기에는 개별 기업이 수익을 가지고 이를 절감사업에 투자할 수 있을 것이라고 가정할 수 있으나 모델에는 이에 대한 구체적인 내용을 포함하지 아니하였다.

V. 결론 및 시사점

경쟁 전력시장에서 고객의 요구를 만족시키기 위하여 에너지 서비스 공급자들이 취할 수 있는 가장 중요한 첫 번째 단계는 무엇이 고객선택을 좌우하는 가를 이해하는 것이었다. 본 연구는 DSM 고효율 기기를 대상으로 고객의 선택요인을 분석하여 보았는데 인터뷰의 대상은 '02년 고효율전동기, 인버터, 조명기기의 채택 고객을 중심으로 하여 이들로부터 DSM 고효율 기기의 제도적 기술적 개선에 대하여 다음의 내용을 살펴볼 수 있었다.

1. 소비자 지향적 DSM 계획 및 운영

지난 시간 전력산업은 빠르고도 안정적인 성장과 발전비용의 절감과 짧은 건설공기 제한적인 경쟁하에서 성장하여 왔다. 그러나 오늘날 성장의 불확실성과 발전비용의 증가 경쟁의 도입 등으로 경영환경에 변화를 겪고 있다. 과거에는 건설관리와 연료조달 효율적 운영을 통한 경영에 주력을 하였으며 소비자는 큰 고려의 대상이 아니었지만 건설과 효율적 운영 그리고 요금은 여전히 중요한 경영의 요소이나 오늘날 성공적 경영을 위하여는 추가되는 고려요소가 소비자이다. 일반적으로 전력사들은 소비자의 중요성에 대하여 인식을 하고 있으나 이는 공급자 입장의 관점

에서 바라본 것이며 소비자 수요를 어떻게 최적으로 만족시킬 것인가에 대하여는 불확실 하였다. DSM 역시계획에 있어서 소비자가 원하는 것이 무엇이고 그들이 지불하고 싶어 하는 것들이 무엇인가에 대한 검토가 없었다. 소비자 관점에서 계획이란 분석적 기법이 아니라 단계적인 절차를 거쳐 소비자의 만족을 꾀하거나 구조적 변화를 꾀하는 것이이며 이러한 고객 지향적 변화의 관계를 살펴보면 표와 같다.

<표 3> 소비자 중심의 변화 양상

특징 요소	종래의 시각	변화의 관점
사업 과제/목표	비용 효과에 의한 추진	소비자 요구의 반영
사업 목적	생산 중심	소비자 중심
생산품/서비스 제공	규격화(Standardized)	다양화(Customized)
운영 조직	집중 관리	분산관리
계획의 철학	반응적	선행적
계획의 접근 방법	공급측면 위주의 접근	통합적 자원관리
마케팅 전략	대량생산 위주	용도별/목적별 마케팅
가격 전략	비용에 기초한 생산	소비자 가치에 기초한 생산
가격 옵션	제한적	옵션의 다양화

2. 품질의 확보

설문결과에서 보듯 많은 소비자가 구입 기기의 품질에 대하여 언급을 하였다. 특히 조명기기의 경우 제작 업체의 난립 등을 지적 되고 있는데 많은 참여자가 재채택 혹은 구전에 의하여 프로그램에 참여 하고 있으므로 보급되는 효율 기기의 품질 확보는 필수적이라 하겠다. 제품의 기획에서부터 기기가 어떻게 소비자의 편리성을 높이는가에 대하여 고려를 해야 한다. 한편으로 프로그램 디자인은 운영효율의 증대를 고려해야 하는데 무엇을 팔 것이며 고객에게 제공되어야 할 가치는 무엇인지 제작과정에서 저비용 고가치의 목적을 증대할 수 있도록 접근이 되어야 할 것이다.

3. 소비자 중심의 가치 창출

전력사 측면에서 DSM의 추진은 피크수요의 감소와 건설비용의 절감 등 추진 목적이 명확하나 소비자는 이러한 문제들에 대하여 구체적인 지식이 없거나 심지어 관심을 두지 않기도 하다. 다만 소비자는 에너지 효율적 이용에 따른 결과, 편리함의 증대, 저렴한 운영, 낮아진 비용 등에 관심을 두고 있으며 따라서 DSM 프로그램의 주안점은 소비자의 요구를 측정하고 그 요구에 대한 해결책을 제공 하는 것에 맞추어 져야 한다. 이와 함께 소비자에게 전달되는 정보와 지식들은 운영자의 입장이 아닌 소비자의 입장에서 개발되고 만들어 져야 한다. 예를 들어 보조금 지급은 소비자의 비용 절감에 얼마나 기여를 하는가에 기초하여 설명이 되어져야 하지 전력 운영 측면에서 회피비용 등에 대한 언급에 대하여 소비자는 지식이 없을뿐더러 큰 관심의 대상도 아니었다

4. 제도 및 지원 절차의 개선

(1) 내실있는 통합적 자원관리(IRP)

공공적 측면에서 전력사나 정부가 공공성의 수행과 고객의 요구 간에 균형을 맞추어 최적의 자원배분을 가능토록 하는 기능을 갖고 있으며 전력사 측면에서 리스크를 관리하는 전략 실현 기능의 하나로 통합자원관리의 내실 있는 실천이 요구된다.

(2) 프로그램 절차의 신속성

DSM은 소비자로 하여금 기존 보유 설비의 변화나 신설의 과정을 거치게 한다. 이러한 기기의 구입과 설치, 재정적 지출의 단계에서 많은 결정이 소비자에 의해 결정된다. 만약에 운영자의 과실로 말미암아 이러한 절차에서 그릇된 결정이나 결과를 초래한다면 고객의 요구는 프로그램 상에 있어 리스크로 작동하게 되어 점차 프로그램 효율성을 저해하게 되며 종국엔 프로그램의 추진 자체가 불가능하게 되는 시나리오를 예상할 수 있다.

(3) 보조금 지급의 유연성 확보

DSM 프로그램 운영상 보조금 수준과 무임승차간의 균형은 분석과 적용에 있어 해결이 쉽지 않은 사안이다. 하지만 프로그램의 효율적 운영을 위하여 시장의 동향을 예의 주시하여 보조금의 적정 수준을 유동화 시킬 필요가 있다. 시장 조사 등을 통하여 어떠한 기기들이 선호되고 설치되어 가고 있는가를 파악함과 아울러 기기 공급자 및 관련 전문가들로부터 지속적으로 시장의 변화를 예측한 신기술 개발을

장려해야 할 것이다.

(4) 소비자 행태를 고려한 홍보

부하관리제도 및 참여방법 등에 대한 홍보로 국민들의 자발적 참여를 유도하고 전기의 합리적 사용 및 소비절약을 유도할 목적으로 시행되고 있는 현행 수요관리 홍보사업은 부하관리제도를 위한 홍보를 동 사업 주관기관인 한전이 소비절약홍보는 에너지소비절약을 설립목적으로 하는 에너지관리공단이 주관기관으로 시민단체와 함께 수행하고 있다. 향후 정부의 중장기 수요관리 목표는 계속 확대되는 추세에 있는바 효율적인 수요관리 추진을 위해 수요관리에 대한 대국민 홍보활동이 더욱 강화될 필요가 있으며 이를 위하여 홍보대상 프로그램의 성격과 고객인 소비자의 행태가 고려되어야 한다.

본 연구에서 비즈니스모델인 시스템다이나믹스 기법을 이용하여 DSM 자원평가와 소비자의 행태 분석을 시도하여 보았다. 연구는 국내 선행 연구가 없는 상태인 초기 수준에서 이루어 졌으며 논의된 소비자의 행태는 시장의 수요와 공급에 균형을 갖게 하는 중요한 요소의 하나로 향후에도 지속적인 연구가 있어야 할 부분이다. 개발된 모형은 앞으로 추가연구 수행과 함께 인버터와 전동기 등의 보급 실적이 쌓이게 되면 유효하게 이용될 수 있으리라 예상한다. 소비자 행태분석을 이용하여 다이나믹한 수요관리 시장의 메커니즘 분석을 시도한 것에 본 연구의 의의를 들 수 있으며 유의성 있는 데이터가 부족한 현 시점에서 결과의 한계가 있었다.

[참 고 문 헌]

1. Potential Techniques for Evaluating the Impact of Industrial Energy Conservation Projects under Bonneville's Energy Savings Plan: Letter Report. G.E. Spanner, D.R. Brown, D.R. Dixon, B.A. Garrett, R.W. Reilly, J.M. Roop, S.A. Weakley. Pacific Northwest Laboratory. (6/88).
2. Changing Behavior: The Beginnings of Conservation in Schools, Yvonne C. Coleman, BPA, Sharon Noell, Portland General Electric, and Jerry Bingold, North American Energy Services. Energy Program Evaluation: Uses, Methods, and Results. International Energy Program Evaluation, Chicago, IL, August 1995.
3. Bonneville's Conservation Programs and Evaluations: Past Experiences and Future Directions. K. M. Keating and Sheila Riewer, Energy, Mines, and Resources, Ottawa, & Ontario Hydro, Ontario, Canada. Revised (5/89)
4. 6th National Demand-Side Management Conference, EPRI, Mar. 1993
5. 경쟁적 전력시장에서 도매 전력 가격예측에 관한 연구, 전력연구원, 2002.12
6. 구조개편 이후의 수요관리 적정 투자규모 및 정부차원의 평가방안에 관한 연구, 한국전력공사, 2001.03
7. DSM 프로그램별 M&V 및 경제성 평가, 에너지관리공단, 2002.12
8. 산업부문의 고효율전동기 보급실태조사 및 활성화 방안 연구, 에너지경제연구원, 2003.12,
9. 21세기 에너지 안보의 재조명 및 강화방안, 에너지경제연구원, 2003